

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ІВАНУНЬ ТАРАС МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 621.3

**ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОНОМНОГО ЖИВЛЕННЯ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ
В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ТЕРНОПІЛЬЩИНИ**

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль 2018

Роботу виконано на кафедрі електричної інженерії. Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: доктор технічних наук, професор кафедри електричної інженерії
Андрійчук Володимир Андрійович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів та виробництв
Савків Володимир Богданович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 24 грудня 2018 р. о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №39 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус №7, ауд. 504

Актуальність теми. Особливістю сучасної енергетики є широке впровадження відновлювальних джерел енергії та їх раціональне використання. В першу чергу, до таких джерел слід віднести сонячні енергетичні системи, що працюють за принципом прямого перетворення сонячної енергії в електричну. Використання сонячних батарей в енергетиці має багато переваг над іншими відновлювальними джерелами. Це висока надійність, низькі витрати коштів при експлуатації, модульність конструкції батарей, низькі витрати на будівництво електростанцій. Сонячні батареї в даний час є найбільш перспективними серед альтернативних джерел енергії.

На сьогодні цей напрямок альтернативної енергетики розвивається дуже інтенсивно. Враховуючи те, що потік сонячної енергії змінюється в залежності від особливостей добового і річного руху Землі, а також від кліматичних умов, потрібно мати системи, які акумулюватимуть енергію, а також раціонально її розподілятимуть. Для попереднього накопичення електроенергії використовують акумулюючі елементи різного типу. На сьогодні інтенсивно впроваджуються Li-ion акумулюючі батареї, які мають більш широкий температурний діапазон експлуатації та менший саморозряд, ніж кислотні та лужні акумулятори. В той же час швидко розвиваються та впроваджуються ємнісні накопичувачі електроенергії - суперконденсатори (СК) або іоністори. Вони можуть не тільки накопичувати необхідну електроенергію, але й швидко віддавати її в навантаження та витримувати велику кількість зарядних - розрядних циклів без погіршення енергетичних характеристик. Незважаючи на отримані результати, залишається ряд завдань, які не до кінця вирішені, а саме:, раціональним акумулюванням сонячної енергії та її використання в темний час доби, розрахунком енергетичної ефективності в установках з автономним живленням. Потреба в таких установках виникає в місцях де відсутні електричні мережі, а також у різного типу туристичних базах у гірських районах.

Тому **актуальним** є аналіз та дослідження сучасних систем генерування та акумулювання електричної енергії та раціонального використання її в автономних системах живлення, освітлювальних установках.

Мета й завдання дослідження

Метою роботи є дослідження енергетичних характеристик сонячних елементів і використання їх в системах зовнішнього освітлення, удосконалення системи керування автономним живленням освітлювальних установок.

Для досягнення мети ставилися наступні завдання

– дослідження властивостей фотоелектричних перетворювачів і акумулюючих елементів із суперконденсаторів для автономного живлення освітлювальної установки;

– розробка системи керування роботою автономного джерела живлення освітлювальної установки;

– техніко-економічне обґрунтування енергетичної ефективності освітлювальної установки з автономним живленням.

Об'єкт дослідження – процеси генерування електричної енергії сонячними фотоелектричними перетворювачами, акумулювання та використання її в освітлювальних установках.

Предмет дослідження – фотоелектричні перетворювачі, суперконденсатори та світлодіодні джерела світла в системах зовнішнього освітлення.

Методи дослідження. Поставлені завдання вирішувалися на основі використання: методів вимірювання світлових, темнових характеристик сонячних елементів; методів теорії електричних кіл; методу визначення потужності, що базується на прямому вимірюванні сили струму та напруги при заданому опорі навантаження; методів схемотехніки; сучасних програм для моделювання освітлення заданої території.

Наукова новизна отриманих результатів

1. Удосконалено математичну модель системи «сонячна енергетична установка, споживач», яка враховує опір лінії передач, потужність і опір навантаження, та визначено її коефіцієнт корисної дії η в режимі максимальної потужності.

2. Розроблено програмне забезпечення для моделювання фотоелектричних та енергетичних параметрів сонячних елементів на основі вольт-амперних характеристик.

3. Удосконалено систему керування роботою автономного живлення освітлювальної установки, використовуючи контролер з широтно-імпульсної модуляції та датчик присутності.

Практичне значення отриманих результатів

1. Розроблена методика та проведено вимірювання темнових і світлових вольт-амперних характеристик сонячних елементів, на основі яких визначено основні фотоелектричні параметри

2. Запропоновано методику розрахунку сонячних енергетичних установок для зовнішнього освітлення населених пунктів. Представлені результати техніко-економічного розрахунку сонячної енергетичної установки для населених пунктів

3. Виходячи з умов інсоляції сонячних елементів запропоновано розрахунок енергетичної ефективності освітлювальної установки з автономним живленням.

Апробація. Основні положення роботи і її результати доповідалися на VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» – Тернопіль 28-29 листопада 2018. – с. 31.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 розділів, висновків та переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 120 арк. формату

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі дана характеристика актуальності тематики магістерської роботи, визначено об'єкт та предмет досліджень, сформульовано наукову новизну та практичну цінність роботи, її апробацію.

У першому розділі представлені результати аналізу літературних джерел по тематиці магістерської роботи. Приведено стан зовнішнього освітлення населених пунктів Тернопільщини. Представлено аналіз освітлювальних установок зовнішнього освітлення з автономним живленням, а також приведено існуючі

джерела автономного живлення.

У другому розділі (**Науково-дослідна частина**) приведено опис методики вимірювання фотоелектричних характеристик сонячної батареї. Представлена модель фотоелектричного перетворювача (ФЕП). Проведено моделювання характеристик сонячних елементів.

У третьому розділі (**Технічна частина**) експериментально визначено параметри моделі фотоелектричного перетворювача та коефіцієнт корисної дії автономної системи живлення. Представлено алгоритм розрахунку сонячної енергетичної установки для зовнішнього освітлення населених пунктів.

У четвертому розділі (**Проектно-конструкторська частина**) проведено розрахунок сонячних енергетичних установок для зовнішнього освітлення населених пунктів. Представлено розрахунок енергетичної ефективності ОУ з автономним живленням для зовнішнього освітлення території корпусу №7 ТНТУ ім. І.Пулужя. Показано, що для освітлення даної території доцільно використати другий варіант системи автономного живлення, для якого використати одну систему кріплення СБ, систему керування та блок акумуляторів, які можуть бути розташовані у спеціально виконаному антивандальному боксі.

У п'ятому розділі (**Спеціальна частина**) дано характеристику комп'ютерним програмам для світлотехнічних розрахунків. Детально розглянуто особливості розрахунку в програмному комплексі DIALux.

У шостому розділі (**Організаційно-економічна частина**) дано обґрунтування економічної ефективності виготовлення та впровадження системи автономного живлення освітлювальної установки для зовнішнього освітлення.

У сьомому розділі (**Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях**) розглянуто питання захисту електроустановок від короткого замикання, перевантажень. Приведено протипожежні вимоги до освітлення. Розглянуто основну методику надання першої допомоги людині, яка уражена електричним струмом. Дано характеристику радіаційному та хімічному захисту. Розглянуто поведінку населення при загрозі надзвичайної ситуації та протирадіаційне укриття

У восьмому розділі (**Екологія**) дано характеристику екологічної проблеми в світлотехнічній галузі. Розглянуто питання електромагнітного забруднення навколишнього середовища та його вплив на організм людини

Висновки

Проведено аналіз будови освітлювальної установки з автономним живленням для зовнішнього освітлення. Розглянуто ефективність ФЕП. Представлено акумулюючі пристрої для систем автономного живлення та контролери заряду/розряду для різних типів акумуляторів.

Для побудови моделі ФЕП було запропонована модель сонячного елемента, яка отримала назву «модель одного діода», визначення струму і напруги максимальної потужності споживача, зворотній струм насичення р-п-переходу.

Проведено моделювання впливу фактора ідеальності діода і зворотнього струму насичення діода на U_{xx} . Показано, що при збільшенні струмів насичення діода від $I_0=400$ мА до $I_0=4000$ мА відбувається зменшення U_{xx} від 21,6 до 19 В, що в свою чергу знижує вихідну потужність

Експериментально визначено електротехнічні характеристики сонячної батареї. На основі отриманих ВАХ були розраховані значення опорів $R_{ш}$ і R_n , які дорівнюють 10,37 кОм та 0,48 Ом

Наведено методику розрахунку сонячних енергетичних установок для зовнішнього освітлення населених пунктів. Запропоновано два типи сонячних енергетичних установок.

Представлено розрахунок енергетичної ефективності ОУ з автономним живленням для зовнішнього освітлення території корпусу №7 ТНТУ ім. І.Пулюя. Показано, що для освітлення даної території доцільно використати другий варіант системи автономного живлення, для якого використати одну систему кріплення СБ, систему керування та блок акумуляторів, які можуть бути розташовані у спеціально виконаному антивандальному боксі.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Іванунь Т.М. Використання сонячних батарей для автономного живлення споживачів / В.В. Іванчук, Т.М. Іванунь, Я.О. Філюк, В.А. Андрійчук // Тези доповідей на VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль, 28-29 листопада 2018. – с. 31.

АНОТАЦІЯ

В дипломній роботі магістра було проведено дослідження енергетичних характеристик сонячних елементів, удосконалено систему керування автономним живленням освітлювальної установки. Проведено світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки для території навчального корпусу №7 ТНТУ ім. І.Пулюя

Ключові слова: Сонячні батареї, акумуляторна батарея, освітлювальна установка, контролер заряду/розряду.

Abstract

In the Master's thesis work was conducted energy characteristics of solar cells, improved battery management system lighting installation. Lighting calculation of lighting installation for territory of educational building №7 of Ternopil Ivan Puluj National Technical University.

Key words: solar batteries, batteries, lighting systems, controller charge/discharge.